

Instrukcja montażu Systemu TTE® – kostki brukowe

Innowacyjny element TTE® rozprzewadza nacisk sił działających na powierzchnię, w ten sposób znacznie obniżając wymagania dla nośności podbudowy znajdującej się pod spodem. Dzięki temu zostaje zachowana przepuszczalność niższej warstwy gleby, a grubość jezdni może zostać zredukowana. Przyjazny dla środowiska koncept budowlany TTE® został przetestowany i opiera się zasadniczo na wytycznych FGSV¹⁾, FLL²⁾ oraz DWA³⁾.

Nieuszczelniona nawierzchnia TTE® wyróżnia się wytrzymałością, przepuszczalnością, a także wysokim odsetkiem łączy otwartych i zintegrowanych zagłębień gromadzących. Woda deszczowa jest tymczasowo gromadzona podbudowy właściwej z Wodoprzepuszczalnej warstwy mieszanki żwiru, która stnowi nie jako funkcję rowu odwadniającego i jest odsączana stopniowo. Nawierzchnia TTE® tworzy wysokosprawne i zbliżone do naturalnego rozwiązanie dla zdecentralizowanej gospodarki wody deszczowej.

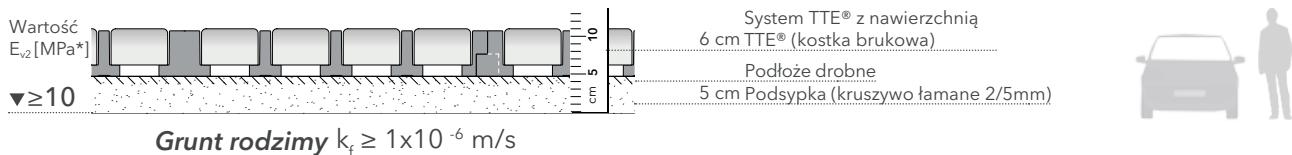
Jeśli w projekcie realizowanej nawierzchni nie przyjęto innej/ specjalnej konstrukcji zabudowy (z uwzględnieniem właściwych przepisów i norm), należy przestrzegać wymagań oraz specyfikacji dla metody budowlanej TTE® w celu zapewnienia prawidłowego działania. Należy również zapoznać się z planem zagospodarowania przestrzennego.



Zalecana konstrukcja nawierzchni z Systemu TTE® w zależności od obciążenia.

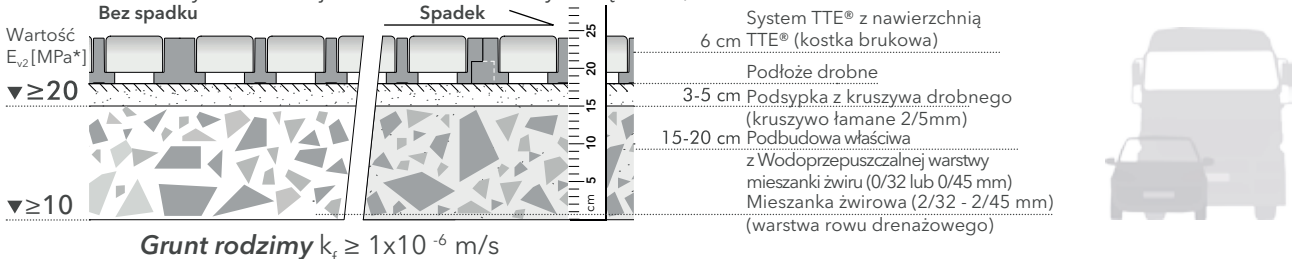
TTE® 1

Chodnik / nawierzchnia z TTE dla ruchu samochodów osobowych o dopuszczalnej masie całkowitej 3,5 t



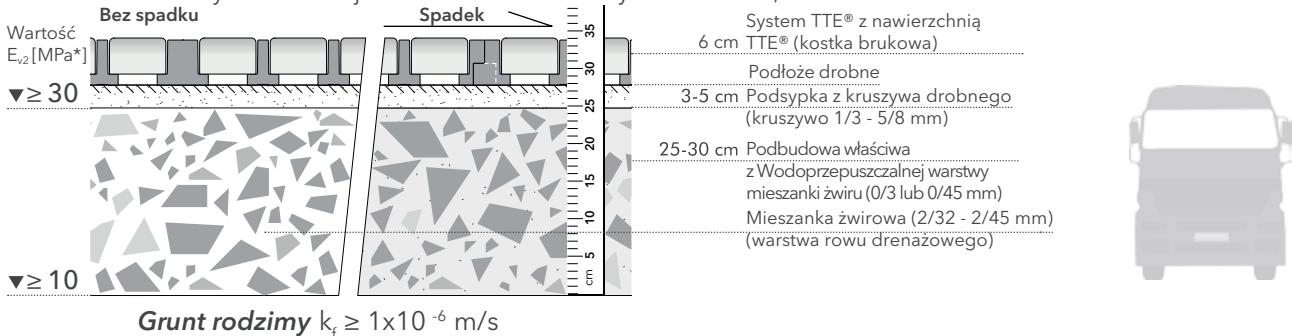
TTE® 2

Chodnik / nawierzchnia z TTE dla ruchu samochodów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej 40 t - maks. RStO 01 klasy budowlanej III / IV lub RStO 12 klasy obciążenia 1,8



TTE® 3

Chodnik / nawierzchnia z TTE dla ruchu samochodów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej 40 t - maks. RStO 01 klasy budowlanej III / IV lub RStO 12 klasy obciążenia 1,8



*1) MPa = MN/m² ¹⁾Niemieckie Stowarzyszenie ds. Dróg i Transportu ²⁾Niemieckie Towarzystwo ds. Rozwoju i Projektowania Krajobrazu ³⁾Niemieckie Stowarzyszenie ds. Wody, Ścieków i Odpadów

Pakowanie

- Czas dostawy: zwykle 3-7 dni roboczych

	Krata TTE®	TTE® Kostka Brukowa
Rozmiar palety	Dł. x Szer. x Wys 123 x 85 x 200 cm	Dł. x Szer. x Wys 92 x 92 x 80 cm
Waga palety	ok. 800 kg	ok. 903 kg
Jednostka opakowania / paleta	90 szt. ($\triangleq 28,80 \text{ m}^2$)	1440 szt. ($\triangleq 14,4 \text{ m}^2$ powierzchni TTE®)
Podłoże drobne (siatka oddzielającą / wspomaganie instalacji) zalecana	24 g/m ² , szerokość rolki 3,20 m	

Uwagi dotyczące zagęszczenia oraz infiltracji

- Należy unikać nadmiernego zagęszczenia warstwy wierzchniej i podbudowy
- Zabrania się stosowania substancji wiążących poprawiających jakość podłoża i podbudowy
- Aby uniknąć naruszenia struktury gleby, należy uwzględnić warunki pogodowe oraz wilgotność gleby
- Na gruncie rodzimym oraz humusu używać wyłącznie lekkich pojazdów ciężarowych o niskiej nośności
- Przepuszczalność gruntu rodzimego $k_f \geq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
- (w przeciwnym razie, należy zapewnić inną opcję odwodnienia)
- Przepuszczalność wody dla warstwy wierzchniej $k_f \geq 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ do $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
- Różnica wysokości od powierzchni do najwyższego poziomu wód gruntowych $\geq 1 \text{ m}$
- Brak zanieczyszczenia czy kontaktu z substancjami zanieczyszczającymi wodę na obszarze infiltracji
- Instalacja na obszarach ochronnych zbiorników wód śródlądowych oraz na obszarach o wysokim poziomie zanieczyszczenia po uzgodnieniu z właściwymi organami

Warstwa	Zalecany sprzęt do zagęszczania
Podbudowa + bazowa warstwa wegetacyjna	Statyczne za pomocą lekkiego walca
Podbudowa właściwa z wodoprzepuszczalnej warstwy mieszanki żwirowej (0/32 mm)	Dynamiczne np. za pomocą lekkiej lub średniej zagęszczarki płytowej

Aby uniknąć wpływu na infiltrację konstrukcji, nie można nadmiernie przekraczać wymogów dla zagęszczenia oraz nośności. Gleby spoiste: Wartość $E_{v2} \leq 45 \text{ MPa}^*$

	Szacowanie wstępne	Zaświadczenie
Ocena nośności	DIN 18035-4 traffic test	Test ruchu ulicznego DIN 18035-4
	Test w terenie	Test laboratoryjny
Test przepuszczalności	TP Gestein-StB (Regulamin przeprowadzania niemieckich testów technicznych dla kruszyw w budowie dróg) część 8.3.2 test szybki	DIN 18130-1 lub TP Gestein-StB FLL Zalecenia dla sadzenia drzew - część 2 (przy użyciu stalowego walca o wadze średniej)

Podbudowa

- W razie konieczności, usunąć humus, w tym obsiane nawierzchnie zgodnie z profilem grubości warstwy i wysokości połączeń
- Przygotować podbudowę zgodnie z wymogami budowlanymi TTE® oraz ZTV E-StB (Dodatkowe Umowne Techniczne Wymagania i Wytyczne dla Prac Ziarnych przy Budowie Drogi), wartość $E_{v2} \geq 10 \text{ MPa}^*$

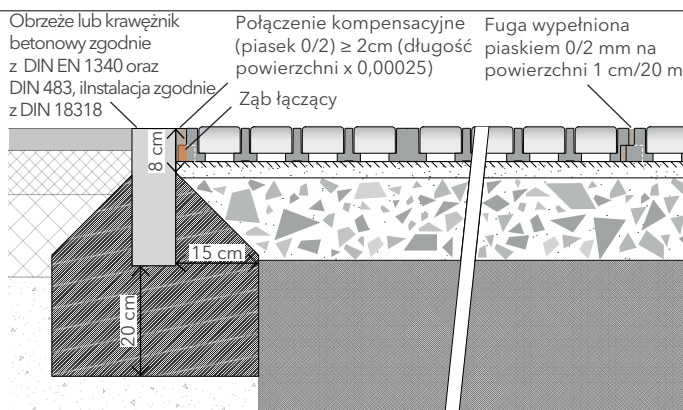
	TTE® Green 1	TTE® Green 2	TTE® Green 3
Usunięcie warstwy	ok. 10 cm	30 cm (gleby F ₁) do 35 cm (gleby F ₂ /F ₃)	40 cm (gleby F ₁) do 45 cm (gleby F ₂ /F ₃)

*1 MPa = MN/m²

Obróbka krawędzi

Obróbka krawędzi jest wymagana:

- zwykle na początku/końcu procesu układania, równoległe do kierunku instalacji (patrz techniki łączenia)
- przy punktach przejścia do powierzchni łączących oraz obszarach, po których będą jeździły pojazdy
- na obszarach, które zostaną poddane naprężeniom na skutek działania sił ścinających i sił ciągu (np. ostre zakręty,



Unikać cięcia płyt

Wymiary powierzchni = wymiary siatki 40,15 cm x X rzędy+ 2 x fugi (każde ≥ 2 cm). Określić odstępy poprzez rozłożenie rzędów próbnych.

Połączenia kompensacyjne

Połączenia kompensacyjne pomiędzy krawędziami a TTE® (np. wybrukowany chodnik, podjazd, droga) każde 0,00025 x długość powierzchni (minimalne połączenie 2 cm), połączenia kompensacyjne na powierzchni TTE® (np. droga zaczynająca się od 100 m długości) 1 cm/20 m



Podbudowa właściwa

- Kruszywa odporne na obciążenia oraz mroz 0/32 do 0/45 mm zgodnie z TL Gestein-StB (Niemiecki Regulamin Przeprowadzania Testów Technicznych na Kruszywach w Budowie Dróg) oraz TL SoB-StB (Niemiecki Regulamin Przeprowadzania Testów Technicznych dla Warstw Budowlanych bez Substancji Wiążących), zawartość cząstek drobnych < 0,063 mm ≤ 3 M.-% (UF3)
- Zastosowanie materiałów budowlanych z porami 2/32 do 2/45 mm jest dozwolone dla warstwy odwadniającej o zwiększonej zdolności retencji wody (powierzchnie bez spadków)
- Zainstalować żwirową warstwę podbudowy zgodnie z metodą budowlaną TTE® oraz TL SoB-StB i zagęścić w sposób dynamiczny

	Gleby F ₂ /F ₃	Gleby F ₁	Nośność E _{v2}	Stosunek E _{v2} /E _{v1}
TTE® 2	Żwirowa warstwa podbudowy 15 cm	Żwirowa warstwa podbudowy 20 cm	≥ 20 MPa*	< 2.0
TTE® 3	Żwirowa warstwa podbudowy 25 cm	Żwirowa warstwa podbudowy 30 cm	≥ 30 MPa*	< 2.0

Podsypka

- Kruszywa odporne na obciążenia i mroz 0/32 do 0/45 mm zgodnie z TL Gestein-StB (Niemiecki Regulamin Przeprowadzania Testów Technicznych na Kruszywach w Budowie Dróg) oraz MVV (stabilność filtracyjna dla warstwy bazowej)

System TTE®

1. Ułożyć geowłókninę z zakładką ok 20 cm na podbudowie właściwej z wyrównaną warstwą podsypki
2. Umieścić podkładki dystansowe (np. listwy) dla połączeń kompensacyjnych na krawędziach / instalacjach
3. Wypełnić kraty kostkami betonowymi TTE® i zbudować płyty zgodnie z projektem
4. Wypełnić fugi płukany piaskiem o frakcji 0/2 mm
5. Zagęścić ułożoną powierzchnię za pomocą zagęszczarki płytowej o średniej wadze z fartuchem => ustawienia ok. 2 cm

Tempo instalacji: ok. 5-7 m²/osoba/godzina



*1 MPa = MN/m²

⁴Wytyczne w sprawie Przepuszczalnych Powierzchni z Ruchem Drogowym

Uwagi na temat układania

- Nie szlifować powierzchni TTE®
- Układać poprzecznie do kierunku jazdy
- Zebrać razem kraty TTE® na paletach oraz kostki brukowe TTE® do wypełniania w parach i regularnie przesuwać do miejsca instalacji
- Zaleca się mieszanie podczas układania krat TTE® i kostek brukowych z kilku palet



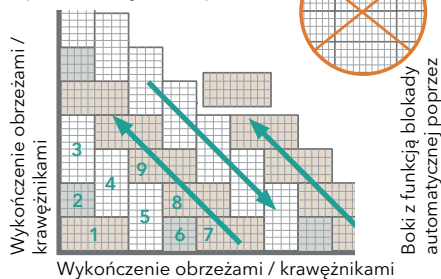
Montaż/ układanie kostek brukowych do kraty TTE®



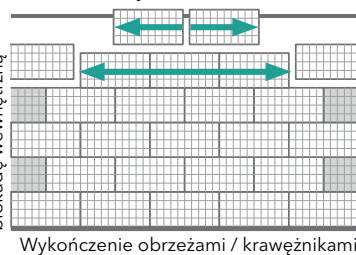
Układanie wypełnionych elementów TTE®

Typ połączenia

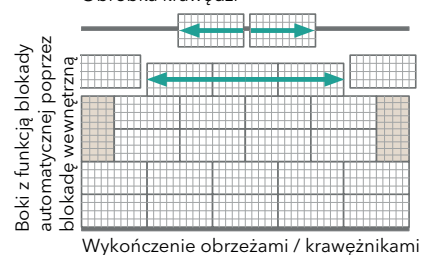
Łączenie w jodełkę



Łączenie rozporowe



Łączenie bloków kompensacyjnych



- Obciążenie powierzchni szerokiej (np. powierzchnie do organizacji imprez)
- Układanie przekątne w rzędach naprzemiennych
- Wymagane zaokrąglone krawędzie
- Obciążenie liniowe (np. drogi dojazdowe)
- Układać poprzecznie do kierunku jazdy
- Układanie wielu rzędów jednocześnie, jeśli to możliwe
- Obrzegowanie np. z krawężnika zwykle wymagane wyłącznie równoległe do kierunku instalacji (początek/koniec układania)
- Obciążenie lekkie (np. powierzchnie parkingów)
- Układać poprzecznie do kierunku jazdy
- Bez cięcia krawędzi płyt
- Układanie wielu rzędów jednocześnie, jeśli to możliwe
- Obrzegowanie np. z krawężnika zwykle wymagane wyłącznie równoległe do kierunku instalacji (początek/koniec układania)

Zmiana kierunku

- Unikać cięcia na powierzchni, jeśli to możliwe (utrata połączenia)
- Zwykle cięcie na powierzchni krawędzi nie jest wymagane



Ostre łuki

- Obrót połączenia o 90°
- Krawędzie po jednej stronie w przypadku dużych obciążeń
- W razie konieczności montować docięte płyty np. połówki płyt

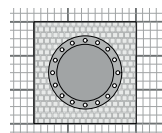


Łagodne łuki

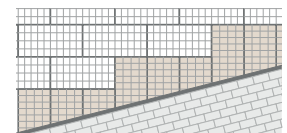
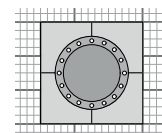
- Utworzyć niewielką zmianę kierunku poprzez wykonanie przesunięcia/ zakładki co ok. 2 zagłębienia)
- Wystające krawędzie krat wykonać jako powierzchnia biologicznie czynna np. pokryta trawą

Cięcia oraz łączenie

- Kraty wypełnione kostkami przycinać za pomocą szlifierki kątovej z tarczą tnącą do betonu.
- Krawędzie płyt bez wypełnienia kostką ciąć za pomocą piły stołowej lub ręcznej z tarczą do drewna z ostrzem "widiowym"
- Obrobić krawędzie przeciętych płyt



Obrobienie elementów zaokrąglonych za pomocą małych kostek brukowych lub gotowych systemów betonowych.



Układać rzędy łączące wzdłużnie, jeśli szerokość jest < 2 zagłębienia w punkcie integracji